

# Surveiller l'humidité du sol pour améliorer les décisions d'irrigation

R. Shortt, Ing., A. Verhallen et P. Fisher

## Fichetechnique

COMMANDE N° 11-038

AGDEX 753/560

JUIN 2011

La surveillance de l'humidité du sol est la clé pour apporter la bonne quantité d'eau aux cultures, au bon moment. La présente fiche technique permet de choisir l'instrument le mieux adapté aux besoins de chaque exploitation. Elle indique comment régler les instruments et comment en interpréter les résultats.

### POURQUOI SURVEILLER L'HUMIDITÉ DU SOL?

Pour s'aider à gérer cette humidité. Un apport, au moment opportun, de la bonne quantité d'eau d'irrigation peut procurer :

- des rendements accrus;
- un produit de meilleure qualité;
- une vigueur accrue aux plants;
- une réduction des maladies;
- une plus grande valorisation de l'eau (efficacité de l'eau);
- une réduction des coûts d'irrigation.

L'efficacité de l'utilisation de l'eau et des éléments nutritifs est optimale quand l'irrigation fournit à la culture tout juste la quantité d'eau dont elle a besoin et que le sol est à même de retenir. Quand on considère la durée des opérations d'irrigation, il est logique de prendre le temps de mesurer l'humidité du sol dans le but d'améliorer les décisions d'irrigation.

### CHOIX D'UN INSTRUMENT DE SURVEILLANCE

Il y a deux grands points à considérer dans le choix de l'instrument :

- Comment les données recueillies seront-elles utilisées?
- Quel est le moyen le plus pratique de recueillir les données?

Le tableau 1 décrit la gamme d'instruments offerts sur le marché qui permettent de recueillir des données sur l'humidité du sol.

### COÛTS

Les coûts de surveillance de l'humidité du sol peuvent aller de 100 \$ à 3 000 \$ et plus par point de collecte de données, selon le nombre d'instruments et leur type (manuel ou automatique). En général, on compte un point de collecte par champ, mais un plus grand nombre peut être nécessaire si le champ est vaste et si les conditions ou les pratiques de gestion sont variables. Plus les données colligées sont nombreuses, meilleures seront les décisions d'irrigation. Quand on songe aux coûts de l'irrigation (carburant et main-d'œuvre), il est logique d'investir dans des instruments de mesure qui augmentent l'efficacité des opérations d'irrigation.






### TEMPS NÉCESSAIRE

Le temps que prend la surveillance de l'humidité du sol dépend de l'ampleur des données à consigner et de la plus ou moins grande automatisation des instruments. Colliger les données de surveillance entre les opérations d'irrigation et plus fréquemment (tous les jours) quand le besoin d'irriguer devient imminent. Prendre des relevés durant et après une opération d'irrigation pour vérifier si la bonne quantité d'eau a été appliquée.

L'utilisation d'instruments manuels oblige à parcourir les points de collecte de données et à faire la lecture de chaque instrument. Il est possible de confier cette tâche à la personne qui parcourt déjà les champs périodiquement (p. ex., pour les opérations de dépiçage). Il faut aussi du temps pour reporter les données dans des graphiques. Dans le cas des instruments automatisés, bon nombre peuvent être programmés pour transmettre les lectures directement à un ordinateur distant et certains peuvent même produire des graphiques automatiquement.

S'ajoute aussi le temps nécessaire au réglage des instruments au début de la saison de croissance.

**Tableau 1.** Gamme d'instruments de surveillance de l'humidité du sol

Possibilités	Instruments	Mode d'utilisation
<b>Instrument portable à lecture instantanée</b>		
 <p>Personne chargée de l'irrigation utilisant un réflectomètre temporel pour faire la lecture de l'humidité du sol dans un champ de laitues.</p>	RDF <sup>1</sup> RT <sup>2</sup>	Type d'instrument convenant surtout aux producteurs qui parcourent périodiquement leurs champs et qui veulent consigner les données manuellement. Un dépisteur ou un consultant peut utiliser ce type d'instrument pour offrir un service de surveillance de l'humidité du sol. Un même instrument permet ainsi de recueillir des données en différents points.
<b>Instrument enfoui et restant en place avec affichage au champ</b>		
 <p>Tensiomètre avec sortie analogique (lecture par cadran) installé dans le sol d'un champ de laitues.</p>	Pédohygromètre Tensiomètre RT, RDF, humidimètre capacitif	Type d'instrument exigeant des producteurs qu'ils parcourent les champs périodiquement et qu'ils prennent les lectures manuellement. Un consultant ou un dépisteur peut colliger les données et les soumettre au producteur.
<b>Instrument enfoui et restant en place avec enregistrement des données</b>		
 <p>Réflectomètre temporel prêt à être enfoui (trou de 15 cm de profondeur), raccordé à un enregistreur de données à la surface d'un verger.</p>	Humidimètre capacitif Pédohygromètre RDF RT Tensiomètre	Données téléchargées manuellement de l'enregistreur de données vers un ordinateur personnel. Certains instruments ont des logiciels qui présentent automatiquement les données sous forme de graphiques et interprètent les résultats. Des lectures en continu permettent à la personne chargée de l'irrigation de voir les tendances et de réagir en fonction de la quantité d'eau reçue par précipitations et irrigation.
<b>Instrument enfoui et restant en place, offrant une communication sans fil avec un ordinateur distant</b>		
 <p>Appareil de télémétrie alimenté à l'énergie solaire, installé dans un champ de tomates et transmettant des données provenant d'un humidimètre capacitif (dans la conduite d'accès sous le capuchon encerclé). Photo de : WeatherInnovationsInc</p>	Humidimètre capacitif Pédohygromètre RDF RT Tensiomètre	Type d'instrument venant parfois avec un logiciel qui présente automatiquement les données sous forme de graphiques et interprète les résultats. Certains consultants offrent ce type de service en ligne. Des lectures en continu permettent à la personne chargée de l'irrigation de voir les tendances et de réagir en fonction de la quantité d'eau reçue par précipitations et irrigation.
<b>Instrument enfoui et restant en place qui commande automatiquement l'irrigation (commande l'usine de pompage ou des vannes électromagnétiques)</b>		
 <p>Sur un tuyau d'alimentation en eau d'irrigation, vanne électromagnétique commandée en fonction des lectures d'un instrument de mesure de l'humidité du sol.</p>	Humidimètre capacitif Pédohygromètre RDF RT Tensiomètre	L'instrument de mesure de l'humidité du sol prend des lectures en continu. Quand la teneur en eau atteint un point critique, l'irrigation est déclenchée automatiquement. Convient aux producteurs qui sont à l'aise avec l'automatisation.

<sup>1</sup> RDF : réflectomètre dans le domaine fréquence

<sup>2</sup> RT : réflectomètre temporel

L'installation du matériel servant à la surveillance de l'humidité du sol au début de la saison de croissance peut prendre plusieurs heures, selon le nombre d'instruments. Il est important de faire de ce travail une priorité dès la mise en place de la culture. Selon

l'expérience du personnel du MAAARO, de nombreux producteurs commencent à irriguer leurs champs trop tard. La surveillance de l'humidité du sol peut indiquer quand les opérations d'irrigation doivent commencer et, tout aussi important, quand elles doivent s'arrêter.



**Figure 1.** Installation d'une conduite d'accès à un instrument de surveillance de l'humidité du sol.  
Photo de : WeatherInnovations Inc.

Les instruments qui s'appuient sur la technologie de la transmission sans fil pour transmettre les données vers un ordinateur distant (p. ex., celui du bureau de l'exploitant) peuvent nécessiter l'intervention d'un fournisseur de service pour l'installation (figure 1).

En général, il faut quelques semaines, le temps d'au moins trois opérations d'irrigation, pour décoder ce que les lectures signifient pour chaque champ et chaque culture et comment ces lectures devraient influencer les décisions d'irrigation.

### MISE EN PLACE DES CAPTEURS

Placer les capteurs d'humidité en un point représentatif du champ. Si le champ n'est pas uniforme, choisir un emplacement qui a tendance à être plus sec qu'ailleurs ou diviser le champ en zones, installer un instrument dans chacune et gérer ces zones indépendamment les unes des autres.

Toujours situer les capteurs là où les racines sont denses. Placer les capteurs entre les rangées d'asperseurs (ou les rails) à mi-chemin entre les asperseurs. Dans le cas de l'irrigation goutte à goutte, placer le capteur à mi-chemin entre le goutteur et la limite extérieure du front d'humectation (là où les

racines sont denses). Dans le cas de la culture sous plastique, placer le capteur sous le film plastique.

Le capteur devrait être enfoncé sensiblement à la profondeur d'enracinement de la culture (généralement 15-30 cm). Dans le cas des cultures à racines profondes, deux profondeurs de capteurs peuvent être nécessaires.

Placer un deuxième capteur au fond de la zone racinaire afin de déterminer si l'apport d'eau est suffisant, exagéré ou trop faible. Avant et après l'irrigation, consigner la teneur en eau du sol. Si la lecture du capteur du fond indique une grande variation après l'irrigation, moins d'eau est nécessaire. Si elle n'indique aucune variation après l'irrigation, la quantité d'eau appliquée est suffisante ou pourrait être augmentée. L'attention portée à la réaction du capteur du fond empêche le lessivage de l'eau d'irrigation et éventuellement des éléments nutritifs vers les tuyaux de drainage.

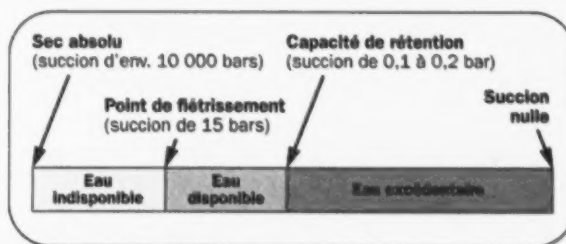
### RÉACTION DES CULTURES À L'HUMIDITÉ DU SOL

#### Définitions

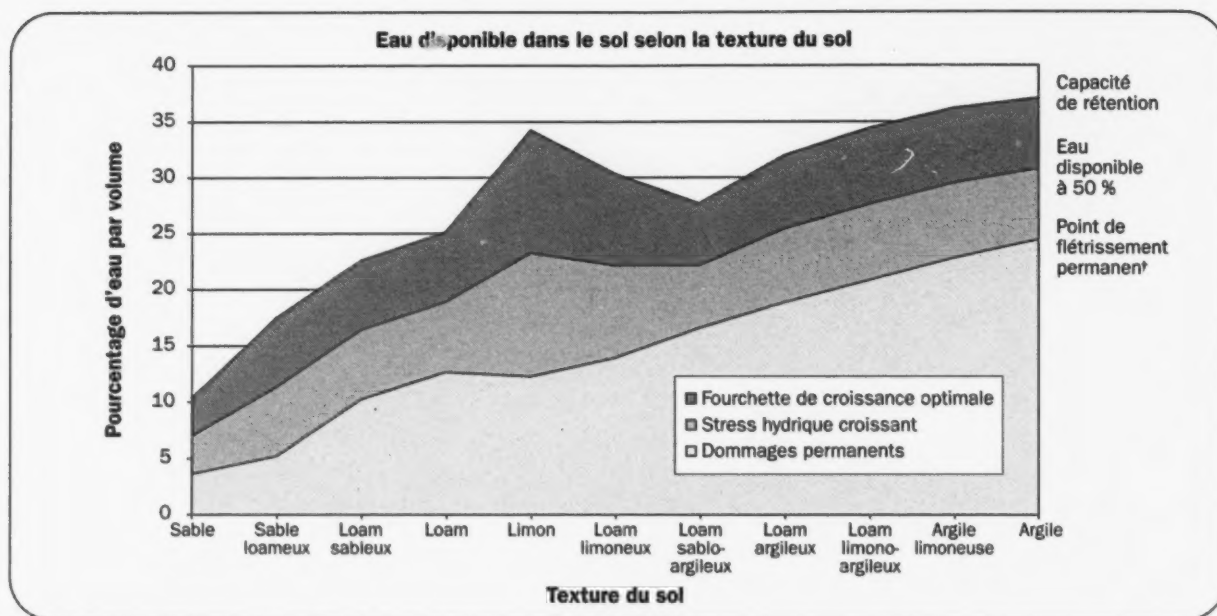
**Capacité de rétention** Quantité d'eau retenue dans un sol deux ou trois jours après qu'il a été saturé par la pluie. À ce stade, l'écoulement par gravité est devenu très faible, tout comme la succion attribuable à l'action capillaire.

**Point de flétrissement permanent** Taux d'humidité du sol à partir duquel une plante flétrit quand l'atmosphère est humide. L'eau encore présente dans le sol étant retenue par les particules de sol, les racines ne parviennent plus à l'extraire.

**Eau disponible dans le sol** Quantité d'eau dans le sol se situant entre la capacité de rétention et le point de flétrissement permanent. En général, l'irrigation par aspersion devrait commencer avant que la teneur en eau du sol ne tombe à 50 % de l'eau disponible dans le sol. L'irrigation goutte à goutte devrait commencer avant que la teneur en eau du sol ne tombe à 80 % de l'eau disponible dans le sol (figure 2).



**Figure 2.** Disponibilité de l'eau du sol.



**Figure 3.** Eau disponible dans le sol selon la texture du sol. D'après des données tirées de Ratliff, L.F., Ritchie, J.T. et Cassel, D.K. *Soil Science Society of America Journal* 47, 770(5), 1983.

### Texture du sol et humidité du sol

La quantité d'eau disponible pour les végétaux dépend de la texture du sol. La figure 3 montre la capacité de rétention et le point de flétrissement permanent pour différentes textures de sol. Les sols loameux sont habituellement très appréciés pour leurs propriétés favorables aux cultures. Les textures de sol allant de loam à loam limoneux sont celles dans lesquelles la quantité d'eau disponible pour les cultures est la plus grande.

### INTERPRÉTATION DES LECTURES

Les instruments de mesure de l'humidité du sol expriment les mesures de différentes façons, notamment en pourcentage d'eau par volume, en centibars ou par des tendances sans aucune dimension. La figure 3 fournit une interprétation de lectures d'humidité du sol présentées en pourcentage d'eau par volume. Lorsque les mesures sont en centibars, se reporter à la figure 4 pour déterminer la quantité d'eau perdue depuis la dernière pluie ou opération d'irrigation (0 correspond à mouillé et 100 à sec).

Un bon réglage est important pour l'interprétation des résultats, mais il l'est encore plus pour les instruments qui ne font qu'afficher des tendances.

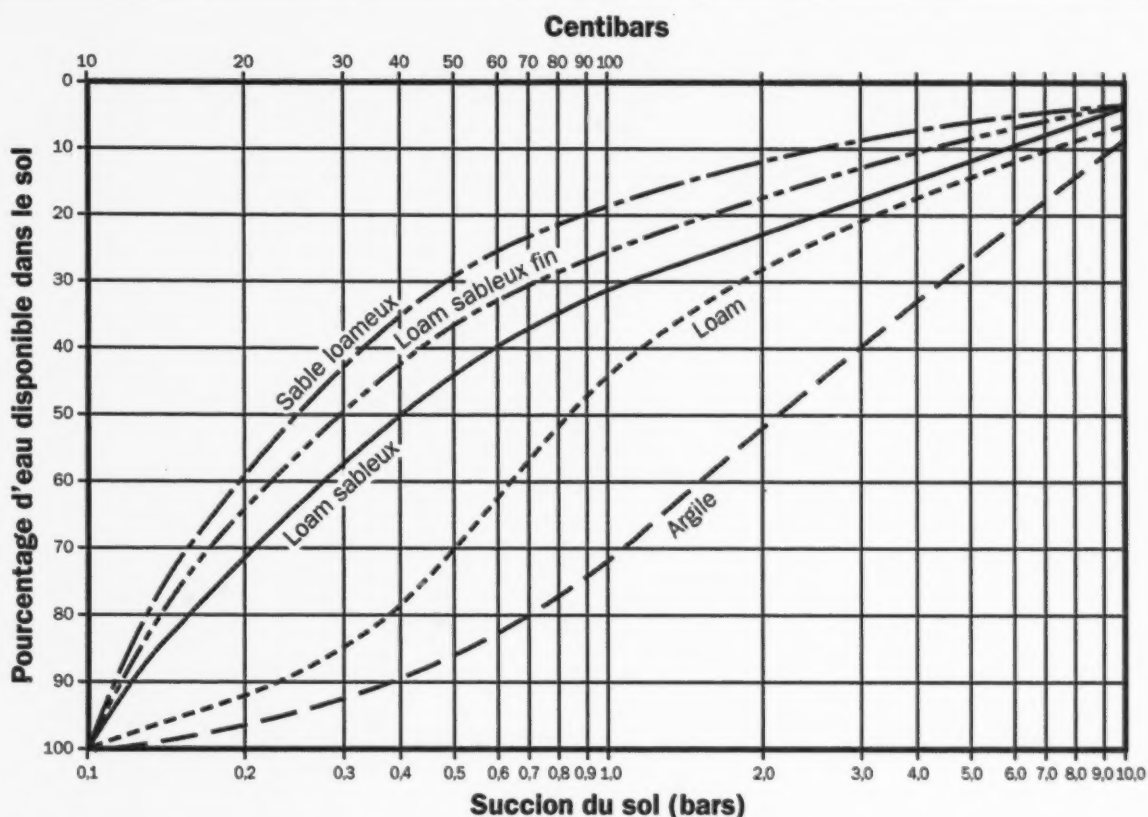
**Exemple :** Un loam sableux renferme 90 % d'eau disponible dans le sol, à une tension de l'eau du sol de 13 centibars, et 50 % d'eau disponible dans le sol à une tension de l'eau du sol de 40 centibars.

Selon l'expérience acquise au MAAARO, l'irrigation par aspersion devrait être déclenchée avant que l'eau disponible dans le sol ne tombe à 50 % et l'irrigation goutte à goutte, avant que la perte d'eau disponible dans le sol n'atteigne 20 % (c.-à-d., quand le pourcentage d'eau disponible tombe à 80 %).

Il est important de connaître la capacité de rétention et le point de flétrissement permanent du sol (se fier à des graphiques ou à des mesures effectuées au champ ou en laboratoire). Décider ensuite de la perte d'eau tolérable. Commencer à irriguer les champs quand le point critique est atteint.

Quel que soit l'instrument utilisé, les graphiques des teneurs en eau des sols sont utiles pour analyser les données et dégager des tendances. Une opération d'irrigation ou une bonne pluie gorge le sol d'eau. Par la suite, la teneur en eau peut s'abaisser rapidement, selon le stade de croissance de la culture. Au fur et à mesure que le sol s'assèche, la teneur en eau du sol continue de diminuer, mais plus lentement. Voilà une indication que l'eau devient plus difficile à prélever par les plantes et qu'il faut irriguer à nouveau. Les instruments qui procurent des mesures en continu (qui enregistrent les données et les transmettent à un ordinateur) sont ceux qui conviennent le mieux à cette analyse.





**Adaptation** (avec autorisation) d'un tableau tiré du *BC Trickle Irrigation Manual*, BC Ministry of Agriculture and Food, Irrigation Industry Association of British Columbia (T.W. Van der Gulik).  
 Nota : 1 kPa = 1 centibar; 100 centibars = 1 bar

**Figure 4.** Relation entre l'eau disponible dans le sol et la tension de l'eau du sol, selon la texture de sol.

Des graphiques reposant sur la texture du sol sont utilisés pour déterminer la nécessité d'irriguer (figures 3 et 4). Il reste qu'une mesure effectuée au champ selon la méthode simplifiée que voici est plus précise. Mouiller le sol autour de l'instrument de mesure de l'humidité du sol, puis prendre une lecture 24 heures plus tard (le temps de drainage nécessaire est plus long dans les sols à texture fine comme les argiles). Cette lecture correspond à la capacité de rétention (la teneur maximale). On présume que le point de flétrissement permanent (la teneur minimale)

correspond à environ 50 % de la capacité de rétention (la teneur maximale). Il est possible de déterminer avec plus de précision le point de flétrissement permanent à partir de lectures prises sur l'ensemble d'une saison de croissance (ou en faisant analyser à cette fin une carotte de sol intacte par un laboratoire).

Différents instruments de mesure de l'humidité du sol peuvent servir à recueillir des données précises. Il s'agit de choisir l'instrument qui répond le mieux aux besoins de l'exploitation (tableau 2).

**Tableau 2. Comparaison des instruments de mesure de l'humidité du sol**

Facilité d'emploi	Fiabilité	Unités de mesure	Gamme de types de sol	Possibilité de lecture manuelle au champ	Facilité d'automatisation	Portabilité	Observations	Coût
<b>Tensiomètres</b>								
✓✓	✓✓	centibars	la plupart, sauf les argiles	oui	oui	Instruments restant en place dans le sol pendant la saison de croissance, mais pouvant être déplacés entre les saisons	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nécessité de soigner l'installation pour assurer un bon contact entre la pointe poreuse et le sol</li> <li>• besoin d'entretien pour remplir les colonnes d'eau et vérifier périodiquement les appareils</li> <li>• appareil spécial nécessaire dans le sable grossier</li> </ul>	<b>\$</b> habituellement deux appareils à des profondeurs différentes
<b>Pédohygomètres (blocs de gypse)</b>								
✓✓✓	✓✓	centibars	la plupart, sauf argiles, gravier, sable très grossier ou tourbe	oui, avec lecteur numérique portatif	oui	Instruments restant en place dans le sol pendant la saison de croissance, mais pouvant être déplacés entre les saisons	<ul style="list-style-type: none"> <li>• installation généralement facile, mais cela dépend du type de sol</li> <li>• besoin de réglage selon le type de sol</li> <li>• sensibilité aux teneurs en sels</li> <li>• entretien peu exigeant</li> <li>• manque de sensibilité à de fortes teneurs en eau</li> <li>• durée de vie utile d'environ trois ans ou plus</li> <li>• mesures influencées par la température du sol (0,6 % par degré Celsius)</li> </ul>	<b>\$\$</b> appareil de mesure + capteurs; habituellement deux capteurs à des profondeurs différentes
<b>Capteurs diélectriques : RT (réflectomètres temporels), RDF (réflectomètres dans le domaine fréquence), humidimètres capacitifs</b>								
✓ dépend du type d'appareil utilisé	✓✓	mesure du volume d'eau dans le sol (%) ou comparaison de tendances	tous, mais problèmes possibles dans les argiles	certains oui, d'autres non	oui	Variable; certains modèles : <ul style="list-style-type: none"> <li>• sont portables</li> <li>• restent en place dans le sol pendant toute la saison de croissance</li> <li>• peuvent être déplacés entre des conduites d'accès installées en permanence dans le sol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• par temps sec, l'insertion des sondes peut être difficile</li> <li>• l'installation de conduites d'accès par des professionnels peut être nécessaire</li> <li>• RDF – volume d'échantillonnage : diamètre de 25 cm autour de la sonde</li> </ul>	<b>\$\$\$</b> baisse des coûts ces dernières années

Voir la page consacrée à l'irrigation sur le site [www.ontario.ca/maara](http://www.ontario.ca/maara) pour plus d'information sur les instruments de mesure de l'humidité du sol et les fournisseurs de services de surveillance de l'humidité du sol.



**Figure 5.** Pointe en céramique d'un tensiomètre insérée dans un trou de 2,5 cm de diamètre dans le sol.

## INSTRUMENTS DE SURVEILLANCE COURANTS

### Tensiomètre

Le tensiomètre lit la tension ou la succion de l'eau dans le sol, en centibars. Plus la tension est élevée, plus le sol est sec. Le tensiomètre est constitué d'un tube scellé en plastique, terminé à une extrémité par une pointe en céramique et à l'autre par un manomètre à dépression étanche à l'air. Le tube est rempli d'eau et scellé. Quand la pointe de céramique vient en équilibre avec le sol environnant, le manomètre enregistre la tension de l'eau dans le sol.

Installer les tensiomètres avec soin pour s'assurer que la pointe en céramique est bien en contact avec le sol. Forer un trou de la profondeur voulue à l'aide d'une tarière. Remplir partiellement le sol d'une bouillie composée d'eau et de terre. Pousser délicatement l'appareil jusqu'au fond du trou (figure 5). S'abstenir de toucher la pointe en céramique, car l'huile corporelle laissée par le contact des doigts pourrait nuire au déplacement de l'eau à l'interface pointe en céramique-sol.



**Figure 6.** Tensiomètre numérique sans fil permettant la transmission des données à un ordinateur distant.

*Photo de : Hortau Inc.*

L'entretien courant est important. Il faut recharger le tube de liquide et extraire les bulles d'air avec une pompe à main. Certains modèles récents réclament moins d'entretien. Les lectures fournies par cadran analogique ou par affichage numérique peuvent être consignées manuellement ou, si les appareils sont reliés à des enregistreurs de données ou à du matériel de communication, elles peuvent être transmises à un ordinateur distant (figure 6). Se servir du graphique de la figure 4 pour interpréter les lectures d'un tensiomètre.

### Pédohygromètres

Ces appareils mesurent la tension de l'eau dans le sol en centibars, comme les tensiomètres. Ils mesurent la résistance électrique du courant passant entre des électrodes enfoncées dans une matière semblable à du sable fin entourée d'un matériau synthétique poreux.

Installer les sondes avec soin pour s'assurer d'un bon contact avec le sol. Forer un trou de la profondeur voulue à l'aide d'une tarière. Remplir partiellement le sol d'une bouillie composée d'eau et de terre. Pousser l'appareil jusqu'au fond du trou, en laissant dépasser les fils au-dessus de la surface du sol (figures 7 et 8). Replacer la terre au-dessus de l'appareil et tasser fermement en place. Marquer l'emplacement d'un drapeau pour y avoir aisément accès. Relier les fils à un lecteur numérique à main pour lire les résultats. Les fils peuvent aussi être reliés à un enregistreur de données ou à du matériel de communication afin que les données puissent être transmises à un ordinateur distant.



**Figure 7.** Insertion d'un pédohygromètre dans un trou dans le sol. Les fils d'un pédohygromètre enfoui dans le sol sont reliés à un lecteur numérique à main.



**Figure 8.** La personne chargée de l'irrigation lit l'humidité du sol à l'aide d'un lecteur numérique à main relié aux fils du pédohygromètre qui dépassent à la surface du sol.



**Figure 9.** Réflectomètre temporel placé au fond d'un trou, à une profondeur d'environ 30 cm, dans un verger de pommiers.

Installer les capteurs dans le sol, à n'importe quelle profondeur, par groupes de deux. Comme ces appareils nécessitent un bon contact avec le sol, ils ne conviennent pas à des sols graveleux, sableux ou tourbeux. Se servir du graphique de la figure 4 pour interpréter les lectures d'un tensiomètre.

### **Capteurs diélectriques**

#### **Réflectomètres temporels (RT)**

La réflectométrie à dimension temporelle est une façon relativement nouvelle de mesurer l'humidité du sol. Des sondes installées dans le sol mesurent la vitesse des ondes électromagnétiques (figure 9). Ces ondes sont ralenties par l'humidité du sol. Ces mesures sont très précises et ces instruments sont étalonnés par le fabricant. Comme la texture du sol influence la vitesse des ondes, ces appareils ne sont pas indiqués pour les sols à forte teneur en argile.

La technologie de la réflectométrie à dimension temporelle repose sur du matériel électronique complexe et coûteux qui demande certains réglages au champ.

Les capteurs des réflectomètres temporels portatifs donnent des lectures quasi instantanées. Ces appareils peuvent être fixés à un pied ou être tenus dans la main (figure 10). Au moment d'insérer les sondes, prendre soin de respecter la distance entre les électrodes pour laquelle l'appareil a été étalonné. Si les électrodes se plient, les mesures risquent de manquer de précision. Certains appareils viennent avec des enregistreurs de données intégrés qui permettent l'enregistrement automatique au champ des valeurs d'humidité du sol.

Les réflectomètres temporels non portatifs doivent rester en place dans le sol au même endroit pendant toute la saison de croissance. Les fils de l'instrument sortent du sol et permettent la lecture à l'aide d'un appareil portatif relié à un enregistreur de données ou à du matériel de communication permettant la transmission des données à un ordinateur distant.

#### **Réflectomètre dans le domaine fréquence (RDF)**

La réflectométrie dans le domaine fréquence s'apparente à la réflectométrie à dimension temporelle.

#### **Humidimètres capacitifs**

Les humidimètres capacitifs gagnent en popularité maintenant qu'ils sont offerts sur le marché, car ils fournissent des lectures continues. Il reste qu'en raison de leur coût, ces appareils servent principalement dans



des essais. Les sondes capacitives actuelles sont conçues pour être installées en un lieu fixe dans le champ, pour toute la saison de croissance. Elles sont compatibles avec des niveaux élevés d'automatisation et/ou de télémétrie. Des contraintes de coût limitent souvent le nombre de sondes capacitives utilisées. L'emplacement de l'instrument est primordial pour assurer une information représentative du champ surveillé.

Pour bien des humidimètres capacitifs, on installe une conduite d'accès imperméable à l'eau dans laquelle on insère la sonde (les conduites d'accès sont généralement installées en permanence et ne bougent pas d'une année à l'autre). De nombreux points de mesure d'humidité peuvent être fixés le long de la sonde pour obtenir des lectures à différentes profondeurs, selon la profondeur d'enracinement des cultures (figure 11).

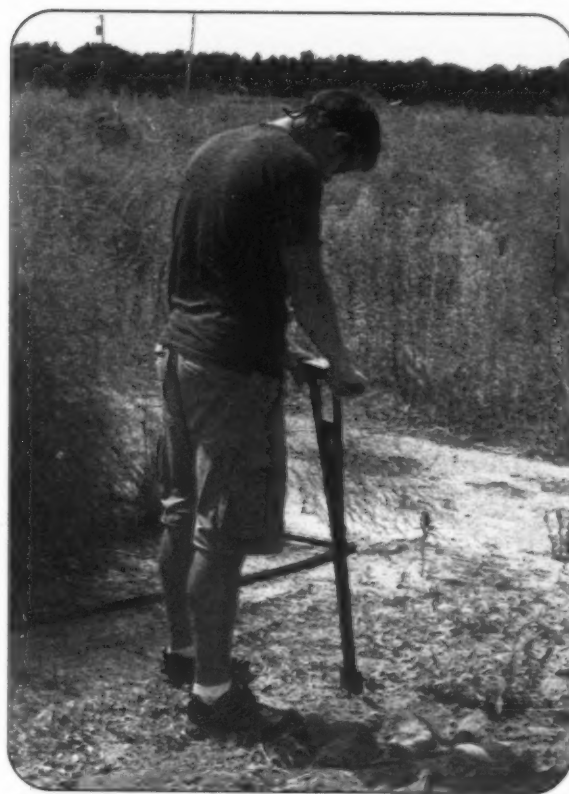
Dans certains cas, on enfonce les sondes capacitives directement dans le sol, laissant uniquement les fils dépasser à la surface. Les fils permettent la lecture à l'aide d'un appareil portatif ou peuvent être reliés à un enregistreur de données ou à du matériel de communication afin que les données puissent être transmises à un ordinateur distant.

## RÉSUMÉ

La surveillance de l'humidité du sol peut aider les producteurs à utiliser et à appliquer l'eau et les éléments nutritifs de manière efficace. Tous les instruments de mesure de l'humidité du sol fournissent des données qui aident le producteur à prendre de bonnes décisions quant aux quantités d'eau à appliquer et quant au moment où faire ces applications. L'instrument qui convient le mieux est celui qui est adapté au style de gestion du producteur. Si l'instrument convient au producteur, ce dernier l'utilisera et en tirera des données utiles à ses décisions d'irrigation.

Voir la page consacrée à l'irrigation sur le site [www.ontario.ca/maaro](http://www.ontario.ca/maaro) pour plus d'information sur les instruments de mesure de l'humidité du sol et les fournisseurs de services de surveillance de l'humidité du sol.

La version anglaise de la présente fiche technique a été rédigée par Rebecca Shortt, *ing.*, ingénieure en irrigation, MAAARO, Simcoe; Anne Verhallen, spécialiste de la gestion des sols, MAAARO, Ridgeway; et Pam Fisher, spécialiste de la culture des petits fruits, MAAARO, Simcoe.



**Figure 10.** Personne chargée d'irriguer un champ d'asperges enfonçant dans le sol la sonde d'un réflectomètre temporel fixée à une poignée à hauteur de taille. L'appareil donne une lecture instantanée, après quoi, la sonde est retirée.



**Figure 11.** Personne chargée de l'irrigation insérant dans une conduite d'accès une sonde capacitive permettant de prendre des lectures à différentes profondeurs.

**NOTES PERSONNELLES**

## NOTES PERSONNELLES



POD  
ISSN 1198-7138  
Also available in English  
(Order No. 11-037)

Centre d'information agricole :  
1 877 424-1300  
Courriel : [ag.info.omafra@ontario.ca](mailto:ag.info.omafra@ontario.ca)  
Bureau régional du Nord de l'Ontario :  
1 800 461-6132

[www.ontario.ca/maaaro](http://www.ontario.ca/maaaro)

